

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3358336号
(P3358336)

(45) 発行日 平成14年12月16日 (2002. 12. 16)

(24) 登録日 平成14年10月11日 (2002. 10. 11)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

H 0 1 J 37/317

H 0 1 J 37/317

C

C 2 3 C 14/48

C 2 3 C 14/48

B

H 0 1 J 37/05

H 0 1 J 37/05

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平6-276035

(22) 出願日 平成 6 年10月14日 (1994. 10. 14)

(65) 公開番号 特開平8-115701

(43) 公開日 平成 8 年 5 月 7 日 (1996. 5. 7)

審査請求日 平成12年12月22日 (2000. 12. 22)

(73) 特許権者 000003942

日新電機株式会社

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

(72) 発明者 内藤 勝男

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

日新電機株式会社内

(72) 発明者 熊崎 裕教

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

日新電機株式会社内

(74) 代理人 100088661

弁理士 山本 恵二

審査官 向後 晋一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 イオン注入装置における注入条件異常検出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 イオンビームを引き出すイオン源と、このイオン源の下流側に設けられていて、同イオン源から引き出されたイオンビームから特定の質量数および価数のイオンを選別して導出する質量分析マグネットと、この質量分析マグネットの下流側に設けられていて、同質量分析マグネットから導出されたイオンビームを加速または減速する加速管と、この加速管の下流側に設けられていて、同加速管から導出されたイオンビームから特定のエネルギーのイオンを選別して導出するエネルギー分析マグネットとを備え、このエネルギー分析マグネットから導出されたイオンビームをターゲットに入射させる構成のイオン注入装置における方法であって、ターゲットに対する注入前および注入中に、前記エネルギー分析マグネットにおける磁束密度のチェック時の値と、その

時のイオンの質量数、価数およびイオンビームへの全印加電圧とに基づいて、当該エネルギー分析マグネットにおけるイオンビームの曲率半径を算出し、かつ当該曲率半径がその基準値に対する所定の許容範囲内にあるか否かをチェックする、エネルギー分析マグネットにおける曲率半径チェック工程を備えることを特徴とするイオン注入装置における注入条件異常検出方法。

【請求項 2】 イオンビームを引き出すイオン源と、このイオン源の下流側に設けられていて、同イオン源から引き出されたイオンビームから特定の質量数および価数のイオンを選別して導出する質量分析マグネットと、この質量分析マグネットの下流側に設けられていて、同質量分析マグネットから導出されたイオンビームを加速または減速する加速管と、この加速管の下流側に設けられていて、同加速管から導出されたイオンビームから特定

(2)

3

のエネルギーのイオンを選別して導出するエネルギー分析マグネットとを備え、このエネルギー分析マグネットから導出されたイオンビームをターゲットに入射させる構成のイオン注入装置における方法であって、前記イオン源にイオンビーム引出しのために印加される引出し電圧のチェック時の値と、前記加速管にイオンビーム加速のために印加される加速電圧または前記イオン源と加速管との間にイオンビーム減速のために印加される減速モード電圧のチェック時の値とが、各々の設定値に対する所定の許容範囲内にあるか否かを、ターゲットに対する注入前および注入中にチェックするエネルギー決定要因
10 チェック工程と、前記引出し電圧の設定値ごとに、チェック時のイオンの質量数および価数に対する質量分析マグネットにおける磁束密度のチェック時の値が、その基準値に対する所定の許容範囲内にあるか否かを、ターゲットに対する注入前および注入中にチェックする、質量分析マグネットにおける磁束密度チェック工程と、ターゲットに対する注入前および注入中に、前記エネルギー分析マグネットにおける磁束密度のチェック時の値と、その時のイオンの質量数、価数およびイオンビームへの全印加電圧とに基づいて、当該エネルギー分析マグネットにおけるイオンビームの曲率半径を算出し、かつ当該曲率半径がその基準値に対する所定の許容範囲内にある
20 か否かをチェックする、エネルギー分析マグネットにおける曲率半径チェック工程とを備えることを特徴とするイオン注入装置における注入条件異常検出方法。

【請求項3】 イオンビームを引き出すイオン源と、このイオン源の下流側に設けられていて、同イオン源から引き出されたイオンビームから特定の質量数および価数のイオンを選別して導出する質量分析マグネットと、この質量分析マグネットの下流側に設けられていて、同質量分析マグネットから導出されたイオンビームを加速または減速する加速管と、この加速管の下流側に設けられていて、同加速管から導出されたイオンビームから特定のエネルギーのイオンを選別して導出するエネルギー分析
30 マグネットと、このエネルギー分析マグネットの下流側に設けられていて、同エネルギー分析マグネットから導出されたイオンビームを磁氣的に一次元で走査する走査マグネットと、この走査マグネットの下流側に設けられていて、同走査マグネットから導出されたイオンビームを基準軸に対して平行になるように曲げるビーム平行化マグネットと、このビーム平行化マグネットの下流側に設けられていて、同ビーム平行化マグネットから導出されたイオンビームの照射領域内でターゲットを前記走査
40 マグネットにおけるイオンビームの走査方向と実質的に直交する方向に機械的に走査する走査機構とを備えるイオン注入装置における方法であって、ターゲットに対する注入前および注入中に、前記エネルギー分析マグネットにおける磁束密度のチェック時の値と、その時のイオンの質量数、価数およびイオンビームへの全印加電圧と

4

に基づいて、当該エネルギー分析マグネットにおけるイオンビームの第1の曲率半径を算出し、かつ当該第1の曲率半径がその基準値に対する所定の許容範囲内にあるか否かをチェックする、エネルギー分析マグネットにおける曲率半径チェック工程と、ターゲットに対する注入前および注入中に、前記ビーム平行化マグネットにおける磁束密度のチェック時の値と、その時のイオンの質量数、価数およびイオンビームへの全印加電圧とに基づいて、当該ビーム平行化マグネットにおけるイオンビームの第2の曲率半径を算出し、かつ当該第2の曲率半径と前記第1の曲率半径との比を求め、この比がその基準値に対する所定の許容範囲内にあるか否かをチェックする、ビーム平行化マグネットにおける曲率半径チェック工程とを備えることを特徴とするイオン注入装置における注入条件異常検出方法。

【請求項4】 イオンビームを引き出すイオン源と、このイオン源の下流側に設けられていて、同イオン源から引き出されたイオンビームから特定の質量数および価数のイオンを選別して導出する質量分析マグネットと、この質量分析マグネットの下流側に設けられていて、同質量分析マグネットから導出されたイオンビームを加速または減速する加速管と、この加速管の下流側に設けられていて、同加速管から導出されたイオンビームから特定のエネルギーのイオンを選別して導出するエネルギー分析
50 マグネットと、このエネルギー分析マグネットの下流側に設けられていて、同エネルギー分析マグネットから導出されたイオンビームを磁氣的に一次元で走査する走査マグネットと、この走査マグネットの下流側に設けられていて、同走査マグネットから導出されたイオンビームを基準軸に対して平行になるように曲げるビーム平行化マグネットと、このビーム平行化マグネットの下流側に設けられていて、同ビーム平行化マグネットから導出されたイオンビームの照射領域内でターゲットを前記走査マグネットにおけるイオンビームの走査方向と実質的に直交する方向に機械的に走査する走査機構とを備えるイオン注入装置における方法であって、前記イオン源にイオンビーム引出しのために印加される引出し電圧のチェック時の値と、前記加速管にイオンビーム加速のために印加される加速電圧または前記イオン源と加速管との間にイオンビーム減速のために印加される減速モード電圧のチェック時の値とが、各々の設定値に対する所定の許容範囲内にあるか否かを、ターゲットに対する注入前および注入中にチェックするエネルギー決定要因
60 チェック工程と、前記引出し電圧の設定値ごとに、チェック時のイオンの質量数および価数に対する質量分析マグネットにおける磁束密度のチェック時の値が、その基準値に対する所定の許容範囲内にあるか否かを、ターゲットに対する注入前および注入中にチェックする、質量分析マグネットにおける磁束密度チェック工程と、ターゲットに対する注入前および注入中に、前記エネルギー分析マグ

(3)

5

ネットにおける磁束密度のチェック時の値と、その時のイオンの質量数、価数およびイオンビームへの全印加電圧とに基づいて、当該エネルギー分析マグネットにおけるイオンビームの第1の曲率半径を算出し、かつ当該第1の曲率半径がその基準値に対する所定の許容範囲内にあるか否かをチェックする、エネルギー分析マグネットにおける曲率半径チェック工程と、ターゲットに対する注入前および注入中に、前記ビーム平行化マグネットにおける磁束密度のチェック時の値と、その時のイオンの質量数、価数およびイオンビームへの全印加電圧とに基づいて、当該ビーム平行化マグネットにおけるイオンビームの第2の曲率半径を算出し、かつ当該第2の曲率半径と前記第1の曲率半径との比を求め、この比がその基準値に対する所定の許容範囲内にあるか否かをチェックする、ビーム平行化マグネットにおける曲率半径チェック工程とを備えることを特徴とするイオン注入装置における注入条件異常検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、ターゲットにイオンビームを照射してイオン注入を行うイオン注入装置において、イオンビームのイオン種およびエネルギーの異常を検出する注入条件異常検出方法に関する。

【0002】

【従来の技術】図1は、この発明が適用されるイオン注入装置の一例を示す概略図である。この装置は、イオンビーム8を磁氣的に平行走査すると共に、ターゲット32を機械的に走査する、いわゆるハイブリッドパラレルスキャン方式のイオン注入装置である。

【0003】このイオン注入装置は、イオンビーム8を引き出すイオン源2と、このイオン源2の下流側に設けられていて、同イオン源2から引き出されたイオンビーム8から特定のイオン種（このイオン種は、質量数および価数で特定される）を選別して導出する質量分析マグネット12と、この質量分析マグネット12の下流側に設けられていて、同質量分析マグネット12から導出されたイオンビーム8を加速または減速する加速管14と、この加速管14の下流側に設けられていて、同加速管14から導出されたイオンビーム8から特定のエネルギーのイオンを選別して導出するエネルギー分析マグネット24と、このエネルギー分析マグネット24の下流側に設けられていて、同エネルギー分析マグネット24から導出されたイオンビーム8を磁氣的に一次元で（図示例では紙面に沿って）走査する走査マグネット26と、この走査マグネット26の下流側に設けられていて、同走査マグネット26から導出されたイオンビーム8を基準軸30に対して平行になるように曲げ戻して走査マグネット26と協働してイオンビーム8の平行走査を行うビーム平行化マグネット28と、このビーム平行化マグネット28の下流側に設けられていて、同ビーム

6

平行化マグネット28から導出されたイオンビーム8の照射領域内でターゲット（例えばウェーハ）32を前記走査マグネット26におけるイオンビーム8の走査方向と実質的に直交する方向に（図示例では紙面の表裏方向に）機械的に走査する走査機構34とを備えている。このターゲット32にイオンビーム8が照射されてイオン注入が行われる。

【0004】イオン源2は、例えばECR放電によってプラズマを生成するプラズマ生成部4と、そこから電界の作用でイオンビーム8を引き出す引出し電極6とを備えており、両者間には、前者を正側にして直流の引出し電源10から引出し電圧 V_E が印加される。

【0005】加速管14は、多段の電極16を有しており、その両端部に、加速モードの場合には、上流側を正側にして直流の加速電源20から加速電圧 V_A が印加される。最下流側の電極16は接地されている。また、減速モードの場合は、加速電源20は切り離され、イオン源2のプラズマ生成部4とアース間に、図1中に2点鎖線で示すように、前者を正側にして直流の減速モード電源22から減速モード電圧 V_D が印加される。

【0006】走査機構34は、真空容器46外に設けられた可逆転式のモータ36と、その回転軸37に取り付けられた可逆転式のモータ38と、その回転軸（図に表れていない）に取り付けられたアーム40と、その先端部に取り付けられたモータ42と、その回転軸（図に表れていない）に取り付けられていてターゲット32を保持するホルダ44とを備えている。モータ36によってモータ38等を矢印61のように回転させて、ターゲット32に対するイオンビーム8の入射角を変えることができる。モータ38によってアーム40を矢印62のように回転させて、ターゲット32を紙面の表裏方向に機械的に走査することができる。モータ42によってホルダ44を矢印63のように回転させて、注入中にターゲット32を自転させることができる。

【0007】更にこのイオン注入装置は、当該イオン注入装置全体の制御を司る制御装置50と、この制御装置50に接続されていて、オペレータとの入出力を行うマンマシンコントローラ52とを備えている。マンマシンコントローラ52は表示装置54を有している。

【0008】上記構成によって、所望のイオン種およびエネルギーのイオンビーム8を平行走査しながらターゲット32に照射すると共に、ターゲット32を機械的に走査して、ターゲット32の全面に均一にイオン注入を行うことができる。

【0009】なお、走査マグネット26およびビーム平行化マグネット28を用いてイオンビーム8の電氣的な走査を磁氣的に行っているのは、静電走査の場合のように走査電極に印加した電圧によってイオンビーム8中の電子が奪われてイオンの空間電荷が大きくなってイオンビームが発散するのを防ぐことができるからであり、こ

(4)

7

れは特に、低エネルギーで多量のイオンビーム8を扱う場合に効果が顕著である。

【0010】また、ビーム平行化マグネット28を設けてイオンビーム8を平行走査するのは、ターゲット32の全面においてイオンビーム8の入射角度（即ち注入角度）を一定にすることができるからである。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上記のようなイオン注入装置における注入条件の内、イオンビーム8が関係する注入条件の主なものに、イオンビーム8のイオン種およびエネルギーならびにターゲット32への注入量がある。イオン種は、イオンの質量数および価数で特定される。

【0012】このような注入条件を誤った誤注入は避けなければならない。特に、大量のターゲット32を処理する生産機においては、誤注入が起こると大損害が生じるので、誤注入の防止には万全を期さなければならない。

【0013】上記注入条件の内、注入量については、ターゲット32に流れるビーム電流と注入時間との積によって容易に計測することができるので、注入量異常の検出も容易である。

【0014】ところが、イオンビーム8のイオン種およびエネルギーについては、それが所望のものから外れていることを確実に検出するのは容易ではない。

【0015】即ち、イオンビーム8のエネルギーについて*

引出し電圧：40kV

質量数 (AMU)	11	31	...	75
価数	1	1	...	1
磁束密度 (G)	3500	...	...	9140

【0019】しかし、マステープルとして登録されたデータの正当性チェックは実施していなかったため、登録データが異常であると、即ち何らかの原因で正しくないデータが登録されていると、正しいチェックを行うことができないという問題があった。

【0020】そこでこの発明は、イオンビームのイオン種およびエネルギーの異常を正しく検出することができる注入条件異常検出方法を提供することを主たる目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明の第1の注入条件異常検出方法は、ターゲットに対する注入前および注入中に、前記エネルギー分析マグネットにおける磁束密度のチェック時の値と、その時のイオンの質量数、価数およびイオンビームへの全

8

*ては、従来は、それを決定する引出し電圧 V_E 、加速電圧 V_A および減速モード電圧 V_D を、電圧測定抵抗およびD/A変換器等から成る電圧測定系でそれぞれ測定していた。その内、特に加速電圧 V_A については、電圧測定系を2系統互いに独立して設け、両者の測定データの差がある一定幅内に納まっていることをソフト的にチェックしていたが、引出し電圧 V_E および減速モード電圧 V_D については何のチェックも実施していなかった。

【0016】従って、引出し電圧 V_E および減速モード電圧 V_D を測定していてもそれが正しいという保証はなかった。また、加速電圧 V_A のように電圧測定系を2系統設けても、2系統が同じようにずれた場合は、それを発見することはできなかった。

【0017】一方、イオン種については、従来は、例えば表1に示すような、引出し電圧 V_E ごとに、イオンの質量数、イオンの価数および質量分析マグネット12での磁束密度を組み合わせた、基準となるマステープルを予め制御装置50等の内部に登録しておいて、質量分析マグネット12での磁束密度の現在値（即ちチェック時の値。以下同じ）が、マステープル中の対応する（即ち、該当する引出し電圧 V_E 、質量数および価数における）磁束密度の許容範囲内にあるか否かをチェックしていた。

【0018】

【表1】

印加電圧とに基づいて、当該エネルギー分析マグネットにおけるイオンビームの曲率半径を算出し、かつ当該曲率半径がその基準値に対する所定の許容範囲内にあるか否かをチェックする、エネルギー分析マグネットにおける曲率半径チェック工程を備えることを特徴とする。

【0022】この発明の第2の注入条件異常検出方法は、前記イオン源にイオンビーム引出しのために印加される引出し電圧のチェック時の値と、前記加速管にイオンビーム加速のために印加される加速電圧または前記イオン源と加速管との間にイオンビーム減速のために印加される減速モード電圧のチェック時の値とが、各々の設定値に対する所定の許容範囲内にあるか否かを、ターゲットに対する注入前および注入中にチェックするエネルギー決定要因チェック工程と、前記引出し電圧の設定値ごとに、チェック時のイオンの質量数および価数に対す

(5)

9

る質量分析マグネットにおける磁束密度のチェック時の値が、その基準値に対する所定の許容範囲内にあるか否かを、ターゲットに対する注入前および注入中にチェックする、質量分析マグネットにおける磁束密度チェック工程と、ターゲットに対する注入前および注入中に、前記エネルギー分析マグネットにおける磁束密度のチェック時の値と、その時のイオンの質量数、価数およびイオンビームへの全印加電圧とに基づいて、当該エネルギー分析マグネットにおけるイオンビームの曲率半径を算出し、かつ当該曲率半径がその基準値に対する所定の許容範囲内にあるか否かをチェックする、エネルギー分析マグネットにおける曲率半径チェック工程とを備えることを特徴とする。

【0023】この発明の第3の注入条件異常検出方法は、ターゲットに対する注入前および注入中に、前記エネルギー分析マグネットにおける磁束密度のチェック時の値と、その時のイオンの質量数、価数およびイオンビームへの全印加電圧とに基づいて、当該エネルギー分析マグネットにおけるイオンビームの第1の曲率半径を算出し、かつ当該第1の曲率半径がその基準値に対する所定の許容範囲内にあるか否かをチェックする、エネルギー分析マグネットにおける曲率半径チェック工程と、ターゲットに対する注入前および注入中に、前記ビーム平行化マグネットにおける磁束密度のチェック時の値と、その時のイオンの質量数、価数およびイオンビームへの全印加電圧とに基づいて、当該ビーム平行化マグネットにおけるイオンビームの第2の曲率半径を算出し、かつ当該第2の曲率半径と前記第1の曲率半径との比を求め、この比がその基準値に対する所定の許容範囲内にあるか否かをチェックする、ビーム平行化マグネットにおける曲率半径チェック工程とを備えることを特徴とする。

【0024】この発明の第4の注入条件異常検出方法は、前記イオン源にイオンビーム引出しのために印加される引出し電圧のチェック時の値と、前記加速管にイオンビーム加速のために印加される加速電圧または前記イオン源と加速管との間にイオンビーム減速のために印加される減速モード電圧のチェック時の値とが、各々の設定値に対する所定の許容範囲内にあるか否かを、ターゲットに対する注入前および注入中にチェックするエネルギー決定要因チェック工程と、前記引出し電圧の設定値ごとに、チェック時のイオンの質量数および価数に対する質量分析マグネットにおける磁束密度のチェック時の値が、その基準値に対する所定の許容範囲内にあるか否かを、ターゲットに対する注入前および注入中にチェックする、質量分析マグネットにおける磁束密度チェック工程と、ターゲットに対する注入前および注入中に、前記エネルギー分析マグネットにおける磁束密度のチェック時の値と、その時のイオンの質量数、価数およびイオンビームへの全印加電圧とに基づいて、当該エネルギー

10

分析マグネットにおけるイオンビームの第1の曲率半径を算出し、かつ当該第1の曲率半径がその基準値に対する所定の許容範囲内にあるか否かをチェックする、エネルギー分析マグネットにおける曲率半径チェック工程と、ターゲットに対する注入前および注入中に、前記ビーム平行化マグネットにおける磁束密度のチェック時の値と、その時のイオンの質量数、価数およびイオンビームへの全印加電圧とに基づいて、当該ビーム平行化マグネットにおけるイオンビームの第2の曲率半径を算出し、かつ当該第2の曲率半径と前記第1の曲率半径との比を求め、この比がその基準値に対する所定の許容範囲内にあるか否かをチェックする、ビーム平行化マグネットにおける曲率半径チェック工程とを備えることを特徴とする。

【0025】

【実施例】以下に、図1に示したイオン注入装置における注入条件異常検出方法の最も厳密な実施例を主体に説明する。

【0026】この実施例の注入条件異常検出方法は、①エネルギー決定要因チェック工程、②質量分析マグネットにおける磁束密度チェック工程、③エネルギー分析マグネットにおける曲率半径チェック工程、および④ビーム平行化マグネットにおける曲率半径チェック工程を備えている。これらのチェック工程におけるデータの登録、演算および比較等の処理は、例えば制御装置50およびマンマシンコントローラ52において行われる。以下に、これらの各工程について詳述する。

【0027】(1) エネルギー決定要因チェック工程

【0028】このチェック工程では、①引出し電圧 V_E と加速電圧 V_A の各現在値が(加速モードの場合)、または②引出し電圧 V_E と減速モード電圧 V_D の各現在値が(減速モードの場合)、各々の設定値に対する所定の許容範囲内にあるか否かをそれぞれチェックする。現在値とは、チェック時現在の値のことである(以下同じ)。

【0029】引出し電圧 V_E は、前述したように、イオン源2に、より具体的にはそのプラズマ生成部4と引出し電極6間に、イオンビーム8の引き出しのために、引出し電源10から印加される電圧である。加速電圧 V_A は、前述したように(図1に示すように)、加速モード時に、加速管14の両端部にイオンビーム8の加速のために加速電源20から印加される電圧である。加速モード時は、イオンビーム8への全印加電圧は $V_E + V_A$ となり、これでイオンビーム8のエネルギーが決定される。減速モード電圧 V_D は、前述したように(図1中に2点鎖線で示すように)、減速モード時に、イオン源2のプラズマ生成部4と加速管14のアース端との間にイオンビーム8の減速のために減速モード電源22から印加される電圧である。このとき加速電源20は切り離されている。減速モード時は、イオンビーム8への全印加

(6)

11

電圧は V_D となり、これでイオンビーム 8 のエネルギーが決定される。

【0030】具体的には、各電圧 V_E 、 V_A および V_D について、各々の設定値に対する許容範囲をそれぞれ $\pm \alpha_1$ kV、 $\pm \alpha_2$ kV および $\pm \alpha_3$ kV として設定しておき、上記各電圧 V_E 、 V_A および V_D の現在値が一定時間以上許容範囲内にあれば正常、なければ異常とする。一定時間以上を要件としたのは、瞬間的な値の変動等を見逃すためである（以下も同じ）。但し、減速モード時は、引出し電圧 V_E は、イオンビーム 8 のエネルギーに関係しないので、引出し電圧 V_E のチェックを行わなくても良い。

【0031】このようなチェックは、ターゲット 32 に対する注入前および注入中の両方で行う。

【0032】即ち、注入開始直前に上記チェックを実施し、異常の場合は「注入不可」にすると共に、マシンコントローラ 52 の表示装置 54 にエラーメッセージを表示する。正常であれば注入処理に移行する。「注入不可」とは、例えば制御装置 50 内でそれ以上、イオン注入に向かっての制御シーケンスが進まないようにすることである（以下同じ）。

【0033】更に、注入中に上記チェックを実施し、異常の場合は「ホールド」にすると共に、表示装置 54 にエラーメッセージを表示する。正常の場合はそのまま注入処理を続行する。「ホールド」とは、イオン源 2 からイオンビーム 8 を引き出しはいるがそれをターゲット 32 に入射しない位置に逸らし、かつターゲット 32 の機械的走査を止めることである（以下同じ）。 *

引出し電圧：40 kV

質量数 (AMU)	11	31	...	75
価数	1	1	...	1
磁束密度 (G)	3500	...	...	9140
" 許容上限値 (G)	3530	...	...	9220
" 許容下限値 (G)	3485	...	...	9100

【0040】また、この実施例ではマスター自身も正当性もチェックするようにしている。具体的には、次の①および②のチェックを実施する。

【0041】① 各引出し電圧の各質量数および価数ごとの（即ち、各マスターの縦の各欄ごとの）全磁束密度について、次式が成立しているか否かをチェックする。

【0042】

【数1】 $B_l \leq B_s \leq B_u$

12

* 【0034】上記のようなチェックを実施することにより、イオンビーム 8 のエネルギー異常の原因になる各電圧 V_E 、 V_A および V_D の異常を注入前および注入中に検出することができるので、ひいてはイオンビーム 8 のエネルギーの異常を検出することができる。

【0035】また、チェック結果が異常の場合に上記のような「注入不可」および「ホールド」の処理を行うことにより、注入前の場合は未然に、注入中の場合は速やかに、ターゲット 32 に対して、エネルギーを誤った異常注入が行われるのを防止することができる。

【0036】(2) 質量分析マグネットにおける磁束密度チェック工程

【0037】このチェック工程では、引出し電圧 V_E の設定値ごとに、チェック時のイオンの質量数および価数に対する質量分析マグネット 12 での磁束密度の現在値が、その基準値に対する所定の許容範囲内にあるか否かをマスタブルデータを用いてチェックする。質量分析マグネット 12 での磁束密度の現在値は、例えば、従来から質量分析マグネット 12 に埋め込んでいるホールプローブ（図示省略）を用いて行う。

【0038】マスタブルデータは、一例を表 2 に示すように、引出し電圧 V_E ごとに、イオンの質量数、イオンの価数、質量分析マグネット 12 における磁束密度、その許容上限値および許容下限値を組み合わせたものである。

【0039】

【表 2】

ここで、 B_s は磁束密度、 B_u はその許容上限値、 B_l はその許容下限値である。

【0043】② 各マスター中の全データの相互チェックを実施する。即ち、質量分析マグネット 12 におけるイオンビーム 8 の曲率半径 R [m] は、次式で表される。

【0044】

【数 2】 $R = (1/B) \sqrt{(2mV/q)}$

50 ここで、 B は磁束密度 [T]、 m はイオンの質量数 [k

(7)

13

g)、 q はイオンの電荷量[C]、 V はイオンビーム8への全印加電圧[V]である。また、イオンの質量数を M 、陽子の質量 m_p とすると、 $m = Mm_p$ である。更に、イオンの価数を n 、電気素量を e とすると、 $q = ne$ である。

【0045】更に、 V [V] = V_1 [kV] $\times 10^3$ 、 B [T] = B_1 [G] $\times 10^{-4}$ として、この電圧 V_1 、磁束密度 B_1 および上記質量数 M 、価数 n を用いて上記数2を表現すると、次式となる。

【0046】

【数3】 $R = 45.66 (1/B_1) \sqrt{(MV_1/n)}$

【0047】そこで、各マステール中の全データについて数3より曲率半径 R を求め、その全ての値が、その基準値（具体的には質量分析マグネット12の曲率半径の設定値）の $\pm x_1$ %の許容範囲内に入っているか否かをチェックする。ちなみにこの x_1 は、例えばマンマシンコントローラ52に設定しておく。

【0048】上記①および②のマステール正当性のチェックは、マステールデータを設定し登録する時に実施する。一つのデータでも異常の場合は、そのマステールデータの登録を不可にすると共に、マンマシンコントローラ52の表示装置54にエラーメッセージを表示する。

【0049】このようなマステール正当性のチェックを行うことにより、異常なデータがマステールに登録されるのを未然に防止することができるので、マステールデータを用いて行う質量分析マグネット12における磁束密度のチェックの信頼性が一層高くなる。

【0050】また、上記マステールデータを用いての質量分析マグネット12における磁束密度のチェックは、ターゲット32に対する注入前および注入中の両方で行う。即ち、注入開始直前に上記チェックを実施し、異常の場合は「注入不可」とすると共に、表示装置54にエラーメッセージを表示する。正常であれば、注入処理に移行する。更に、注入中に上記チェックを実施し、異常の場合は「ホールド」とすると共に、表示装置54にエラーメッセージを表示する。正常の場合はそのまま注入処理を続行する。

【0051】上記のような質量分析マグネット12における磁束密度のチェックを行うことにより、質量分析マグネット12から正しいイオン種の、即ち正しい質量数および価数のイオンビーム8が導出される条件が成立していないことを注入前および注入中に検出することができるので、イオン種の異常を検出することができる。

【0052】また、チェック結果が異常の場合に上記のような「注入不可」および「ホールド」の処理を行うことにより、注入前の場合は未然に、注入中の場合は速やかに、ターゲット32に対して、イオン種を誤った異常注入が行われるのを防止することができる。

【0053】(3) エネルギー分析マグネットにおける

14

曲率半径チェック工程

【0054】このチェック工程では、エネルギー分析マグネット24における磁束密度の現在値と、その時のイオンの質量数、価数およびイオンビーム8への全印加電圧とに基づいて、エネルギー分析マグネット24におけるイオンビーム8の曲率半径 R_f を算出し、かつ当該曲率半径がその基準値に対する所定の範囲内にあるか否かをチェックする。エネルギー分析マグネット24における磁束密度の現在値は、例えば、従来からエネルギー分析マグネット24に埋め込んでいるホールプローブ（図示省略）を用いて測定する。イオンビーム8への全印加電圧は、前述したように、加速モードの場合は引出し電圧 V_E と加速電圧 V_A の和（即ち $V_E + V_A$ ）であり、減速モードの場合は減速モード電圧 V_D である。

【0055】具体的には、イオン注入装置を好ましい状態に調整して、その時のイオンの質量数、価数、イオンビーム8への全印加電圧およびエネルギー分析マグネット24での磁束密度の実測値を一組採取して、これをデータとして登録しておく。その一例を表3に示す。そしてこのデータを前記数3の M 、 n 、 V_1 および B_1 に代入して、その時の曲率半径 R を求め、これをエネルギー分析マグネットにおける曲率半径の基準値 R_0 とする。ちなみに上記数3のようなデータを、例えば制御装置50またはマンマシンコントローラ52内に登録しておく。

【0056】

【表3】

質量数 (AMU)	11
価数	1
全印加電圧 (kV)	80
磁束密度 (G)	2400

【0057】そして、チェック時のエネルギー分析マグネット24における磁束密度の値と、その時のイオンの質量数、価数およびイオンビーム8への全印加電圧とに基づいて、前記数3より曲率半径 R_f を求め、これを前記基準値 R_0 と比較する。具体的には、曲率半径 R_f が基準値 R_0 に対して $\pm x_2$ %の許容範囲内に入っているか否かをチェックする。ちなみにこの x_2 は、例えばマンマシンコントローラ52に設定しておく。

【0058】このようなチェックに先立ち、この実施例では、上記表3のような登録データ自身の正当性を確認するために、そのデータより求めたエネルギー分析マグネット24における曲率半径の基準値 R_0 が、元々の設計値を基準にして $\pm x_2$ %の範囲内に入っているか否か

50

(8)

15

を確認するようにしている。この確認は、上記データの登録時に実施する。そして異常の場合は、当該データの登録を不可にすると共に、表示装置54にエラーメッセージを表示する。

【0059】このような登録データ正当性のチェックを行うことにより、異常なデータが登録されるのを未然に防止することができるので、当該登録データを用いて行うエネルギー分析マグネット24における曲率半径チェックの信頼性が一層高くなる。

【0060】上記曲率半径 R_F のチェックは、ターゲット32に対する注入前および注入中の両方で行う。即ち、注入開始直前に上記チェックを実施し、異常の場合は「注入不可」にすると共に、表示装置54にエラーメッセージを表示する。正常であれば注入処理に移行する。更に、注入中に上記チェックを実施し、異常の場合は「ホールド」にすると共に、表示装置54にエラーメッセージを表示する。正常の場合はそのまま注入処理を続行する。

【0061】上記曲率半径 R_F には、数3からも分かるように、イオンの質量数および価数（即ちイオン種）ならびにイオンビーム8への全印加電圧（即ちイオンビーム8のエネルギー）の情報が含まれているので、上記のようなチェックを実施することにより、当該チェックのみでも、イオンビーム8のイオン種およびエネルギーの異常を注入前および注入中に正しく検出することができる。

【0062】また、チェック結果が異常の場合に上記のような「注入不可」および「ホールド」の処理を行うことにより、注入前の場合は未然に、注入中の場合は速やかに、ターゲット32に対して、イオン種あるいはエネルギーを誤った異常注入が行われるのを防止することができる。

【0063】（4）ビーム平行化マグネットにおける曲率半径チェック工程

【0064】このチェック工程では、ビーム平行化マグネット28における磁束密度の現在値と、その時のイオンの質量数、価数およびイオンビーム8への全印加電圧とに基づいて、ビーム平行化マグネット28におけるイオンビーム8の曲率半径 R_C を算出し、かつ当該曲率半径 R_C と前記エネルギー分析マグネット24における曲率半径 R_F との比を求め、この比がその基準値に対する所定の許容範囲内にあるか否かを、ターゲット32に対する注入前および注入中にチェックする。

【0065】具体的には、ビーム平行化マグネット28における磁束密度の現在値を、例えば従来からビーム平行化マグネット28に埋め込んでいるホールプローブ

（図示省略）を用いて測定し、それとその時のイオンの質量数、価数およびイオンビーム8への全印加電圧とに基づいて、前記数3より曲率半径 R_C を求め、この曲率半径 R_C と前記エネルギー分析マグネット24における

16

曲率半径 R_F との比 R_C/R_F を求め、この比が基準値 K の $\pm x_3\%$ の許容範囲内に入っているか否かをチェックする。この基準値 K の値は、例えば両曲率半径 R_F および R_C の設計値の比とする。ちなみにこの K および上記 x_3 は、例えばマンマシンコントローラ52に設定しておく。

【0066】上記曲率半径 R_C のチェックは、ターゲット32に対する注入前および注入中の両方で行う。即ち、注入開始直前に上記チェックを実施し、異常の場合は「注入不可」にすると共に、表示装置54にエラーメッセージを表示する。正常であれば注入処理を処理に移行する。更に、注入中に上記チェックを実施し、異常の場合は「ホールド」にすると共に、表示装置54にエラーメッセージを表示する。正常の場合はそのまま注入処理を続行する。

【0067】上記曲率半径 R_C にも、曲率半径 R_F の場合と同様に、数3からも分かるように、イオンの質量数および価数（即ちイオン種）ならびにイオンビーム8への全印加電圧（即ちイオンビーム8のエネルギー）の情報が含まれているので、上記のようなチェックを実施することにより、ビーム平行化マグネット28の部分においても、イオンビーム8のイオン種およびエネルギーの異常を注入前および注入中に正しく検出することができる。

【0068】また、チェック結果が異常の場合に上記のような「注入不可」および「ホールド」の処理を行うことにより、注入前の場合は未然に、注入中の場合は速やかに、ターゲット32に対して、イオン種あるいはエネルギーを誤った異常注入が行われるのを防止することができる。

【0069】以上いずれのチェックも、ソフトウェア的に正当性のチェックを行うものであるので、従来のように電圧測定系を2系統にする等の場合と違って、チェック処理を行うための新たな機器（ハードウェア）を追加する必要がないという利点もある。

【0070】なお、前述したエネルギー決定要因チェック工程、質量分析マグネットにおける磁束密度チェック工程、エネルギー分析マグネットにおける曲率半径チェック工程およびビーム平行化マグネットにおける曲率半径チェック工程の内の工程を多く実施するほど、チェックが何重にもなってチェックが厳密になるのでより好ましいけれども、エネルギー分析マグネットにおける曲率半径チェック工程を実施するだけでも、前述したような理由から、イオンビーム8のイオン種およびエネルギーの異常を注入前および注入中に正しく検出することができる。

【0071】また、イオン注入装置のエネルギー分析マグネット24より下流側の構成は、図1に示した例に限られるものではない。例えば、ビーム平行化マグネット28を設けるのを止めてイオンビーム8を平行走査しな

(9)

17

い単なるハイブリッドスキャン方式のイオン注入装置でも良いし、走査マグネット26およびビーム平行化マグネット28を設けるのを止めてイオンビーム8を走査せずに、ターゲット32を回転および並進するウェーハディスクに装着して機械的に走査するメカニカルスキャン方式のイオン注入装置でも良い。これらの場合は、ビーム平行化マグネット28が存在しないので、前述した第4のチェック工程、即ちビーム平行化マグネット28における曲率半径チェック工程は実施しない。

【0072】

【発明の効果】この発明は上記のとおり構成されているので、次のような効果を奏する。

【0073】請求項1の発明によれば、エネルギー分析マグネットにおける曲率半径には、イオンの質量数および価数（即ちイオン種）ならびにイオンビームへの全印加電圧（即ちイオンビームのエネルギー）の情報が含まれているので、イオンビームのイオン種およびエネルギーの異常を注入前および注入中に正しく検出することができる。

【0074】しかも、このような検出を、チェック処理を行うための新たな機器を追加することなく行うことができる。

【0075】請求項2の発明によれば、エネルギー決定要因チェック工程によって、イオンビームのエネルギー異常の原因になる各電圧の異常を注入前および注入中に検出することができるので、ひいてはイオンビームのエネルギーの異常を検出することができる。

【0076】また、質量分析マグネットにおける磁束密度チェック工程によって、質量分析マグネットから正しいイオン種の、即ち正しい質量数および価数のイオンビームが導出される条件が成立していないことを注入前および注入中に検出することができるので、イオン種の異常を検出することができる。

【0077】更に、エネルギー分析マグネットにおける曲率半径チェック工程によって、エネルギー分析マグネットにおける曲率半径にはイオンの質量数および価数（即ちイオン種）ならびにイオンビームへの全印加電圧（即ちイオンビームのエネルギー）の情報が含まれているので、イオンビームのイオン種およびエネルギーの異常を注入前および注入中に検出することができる。

【0078】このようなエネルギー決定要因チェック工程、質量分析マグネットにおける曲率半径チェック工程およびエネルギー分析マグネットにおける曲率半径チェック工程によって、チェックが何重にもなって非常に厳密に行われるので、イオンビームのイオン種およびエネルギーの異常を非常に高い信頼性で検出することができる。

【0079】しかも、このような検出を、チェック処理を行うための新たな機器を追加することなく行うことができる。

18

【0080】請求項3の発明によれば、エネルギー分析マグネットにおける曲率半径チェック工程によって、エネルギー分析マグネットにおける曲率半径にはイオンの質量数および価数（即ちイオン種）ならびにイオンビームへの全印加電圧（即ちイオンビームのエネルギー）の情報が含まれているので、イオンビームのイオン種およびエネルギーの異常を注入前および注入中に検出することができる。

【0081】また、ビーム平行化マグネットにおける曲率半径チェック工程によって、エネルギー分析マグネットにおける曲率半径チェック工程の場合と同様に、ビーム平行化マグネットの部分においても、イオンビームのイオン種およびエネルギーの異常を注入前および注入中に検出することができる。

【0082】このようなエネルギー分析マグネットにおける曲率半径チェック工程およびビーム平行化マグネットにおける曲率半径チェック工程によって、チェックが二重になって非常に厳密に行われるので、イオンビームのイオン種およびエネルギーの異常を非常に高い信頼性で検出することができる。

【0083】しかも、このような検出を、チェック処理を行うための新たな機器を追加することなく行うことができる。

【0084】請求項4の発明によれば、請求項2の発明におけるのと同様のエネルギー決定要因チェック工程、質量分析マグネットにおける磁束密度チェック工程およびエネルギー分析マグネットにおける曲率半径チェック工程に加えて、更にビーム平行化マグネットにおける曲率半径チェック工程を備えており、このビーム平行化マグネットにおける曲率半径チェック工程によって、エネルギー分析マグネットにおける曲率半径チェック工程の場合と同様に、ビーム平行化マグネットの部分においても、イオンビームのイオン種およびエネルギーの異常を注入前および注入中に検出することができる。

【0085】このようなビーム平行化マグネットにおける曲率半径チェック工程と、請求項2の発明におけるのと同様のエネルギー決定要因チェック工程、質量分析マグネットにおける磁束密度チェック工程およびエネルギー分析マグネットにおける曲率半径チェック工程によって、チェックが何重にもなって極めて厳密に行われるので、イオンビームのイオン種およびエネルギーの異常を極めて高い信頼性で検出することができる。

【0086】しかも、このような検出を、チェック処理を行うための新たな機器を追加することなく行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明が適用されるイオン注入装置の一例を示す概略図である。

【符号の説明】

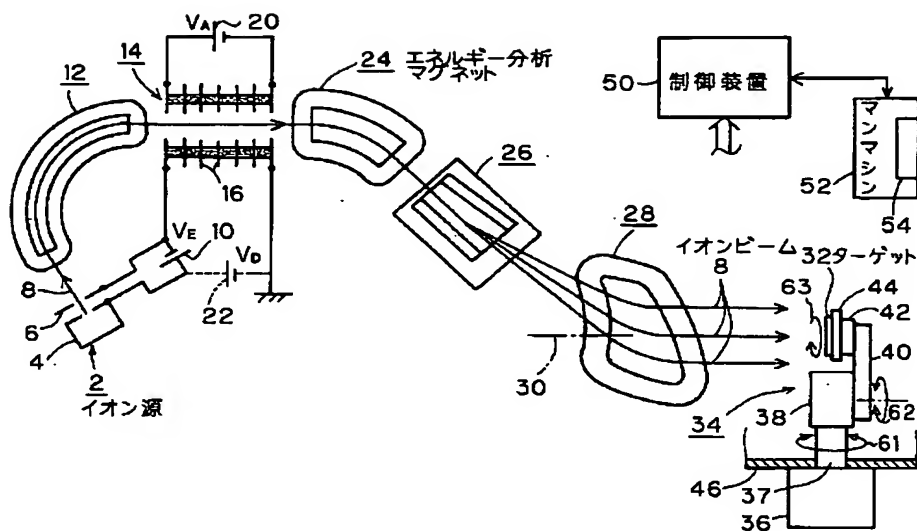
50 2 イオン源

(10)

8 イオンビーム
10 引出し電源
12 質量分析マグネット
14 加速管
20 加速電源
22 減速モード電源

24 エネルギー分析マグネット
26 走査マグネット
28 ビーム平行化マグネット
32 ターゲット
34 走査機構

【図1】



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 平5-225944 (JP, A)
特開 昭63-96852 (JP, A)
特開 昭62-295347 (JP, A)
特開 平6-342639 (JP, A)
実開 平1-152445 (JP, U)
実開 平7-3131 (JP, U)

(58) 調査した分野 (Int. Cl. 7, DB名)
H01J 37/317
H01J 37/05
C23C 14/48
H01L 21/265